

# 安全仪表保护系统(SIS)在高酸气田的应用

刘 华<sup>1</sup> 王弘杰<sup>2</sup> 何玉英<sup>2</sup> 吴拯亚<sup>2</sup>

1.中国石化天然气工程项目管理部,四川 成都 610081

2.中国石化中原油田普光分公司采气厂,四川 达州 636156

## 摘要:

普光气田是国内迄今为止规模最大、含 H<sub>2</sub>S 和 CO<sub>2</sub> 浓度最高的特大型整装海相气田,因 H<sub>2</sub>S 具有剧毒、高腐蚀性,SIS 系统的运用对保证生产的正常运行及周边居民的安全至关重要。普光气田投产两年多以来,SIS 系统工作正常,保障了集输系统的安全平稳运行。通过介绍普光气田 SIS 系统的组成、结构和功能,系统总结现场运行和管理经验,客观分析 SIS 系统在火气监控、逻辑关断等方面的作用,为 SIS 系统在高酸气田生产中的应用提供借鉴,对今后高酸气田的安全开发具有参考意义。

## 关键词:

SIS 系统;结构;功能;高酸气田;应用

文献标识码:A

文章编号:1006-5539(2012)04-0077-03

## 1 SIS 系统简介

SIS 系统是经专门机构认证,具有一定安全完整性,用于降低生产过程风险的安全仪表保护系统。它既能避免生产过程因超过安全极限带来的风险,还能检测和自身故障,按预定条件或程序使生产过程处于安全状态,确保人员、设备及工厂周边环境的安全。

安全仪表保护系统由传感器、逻辑控制器和最终执行元件三部分组成,见图 1。

## 2 SIS 系统在普光气田的应用

### 2.1 普光气田集输系统简介

普光气田是中国石化“川气东送”工程的主要气

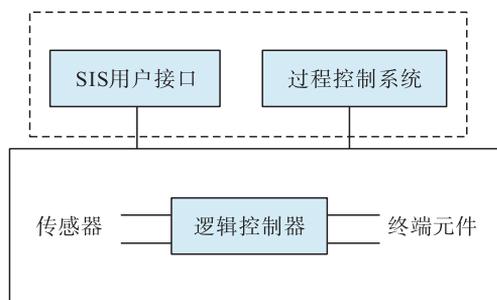


图 1 安全仪表保护系统结构简图

源地<sup>[1-2]</sup>,是国内迄今为止规模最大、含 H<sub>2</sub>S 和 CO<sub>2</sub> 浓度最高的特大型海相整装气田,可动用储量 1 811.06×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>。现有生产规模:开发井 38 口、集气站 16 座、管线截断阀室 29 座、集气总站 1 座、中心控制室 1 座、污水处理站 1 座、污水回注站 2 座、集输支干线 3 条,

收稿日期:

2012-05-09

基金项目:

中国石化川气东送建设工程项目(051202-369)

作者简介:

刘 华(1964-),男,江苏如皋人,工程师,学士,主要从事涉酸油、气田地面集输与净化厂工程的设计审查、采购技术交流、建设监管与日常运行管理工作。

日输气量约为  $2\,300 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。整个地面集输工程采用加热、节流、保温混输的湿气集输工艺。

## 2.2 普光气田 SIS 系统组成及结构

普光气田 SIS 系统采用的是 Allen Bradley 公司的 PLC, 设于中心控制室、站场控制室、线路截断阀室共

计 47 套。SIS 系统数据流向见图 2。由于普光气田介质的特殊性, 装置一旦发生事故, 会造成环境污染和人员伤亡, 因此系统按设计要求获得了每年故障危险平均概率为 0.01~0.001 之间的 SIL2 安全等级认证。

该系统采用冗余光纤环网作为主干网, 5.8G 无线

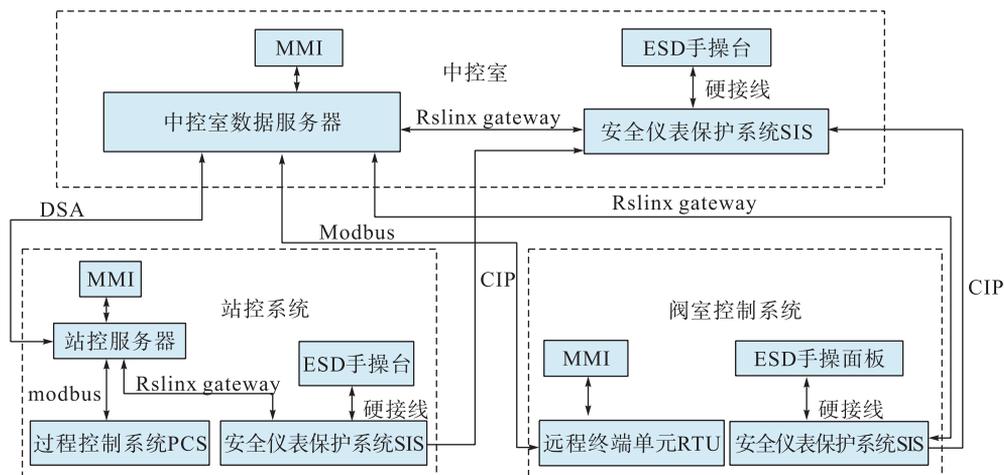


图 2 安全仪表系统保护数据流向图

网作为备用网络, 各个节点具备两条物理路由, 数据传输更安全可靠<sup>[3]</sup>。系统中各重要部位都采用冗余设置, 当发生故障时, 能进行自动切换和系统数据备份<sup>[4]</sup>。SIS 系统用户接口界面采用 Honeywell 的 PKS 软件。Rslinx 软件为 PKS 系统与 AB PLC 之间通讯的桥接软件, 采用 Gateway 驱动实现与 AB PLC 的通讯。

## 2.3 SIS 系统主要设计功能

整个 SIS 系统包含火气监控系统 (FGS) 和紧急停车系统 (ESD) 两部分。火气监控系统 (FGS) 是一套针对火灾和气体探测的安全管理系统, 该系统取代传统应用中的火灾控制盘, 采用了卓越的传感器技术和故障判断功能, 充分满足高风险区对火气探测的精确要求, 在区域火气探测器同时报警数量达到条件后提示操作人员执行关断连锁保护, 使生产及人员处于安全状态。紧急停车系统 (ESD) 是安全保护系统。正常情况下, ESD 系统处于静态, 不需要人为干预, 作为安全保护系统, 凌驾于生产过程控制之上, 实时在线监测装置的安全性。当生产装置出现紧急情况时, 直接由 ESD 发出保护连锁信号, 切断气源, 并对现场设备进行安全保护, 避免危险扩散造成巨大损失。通常根据故障的性质分成四个不同的关断级别, 高级别的关断信号自动引发低级别的关断。

## 2.4 SIS 系统在现场的应用

### 2.4.1 实时监控火气数据、状态

对整个集输系统可能存在的  $\text{H}_2\text{S}$  气体泄漏进行

在线实时自动探测, 并对意外危险火源检测报警, 在危险情况下可以启动站场消防系统, 为生产设施提供安全保障。火气监控系统 (FGS) 主要由火气现场探测 ( $\text{H}_2\text{S}$  气体探测器、可燃气体探测器、火焰探测器、感烟探测器、感温探测器、感温电缆)、报警设备 (声报警器、声光报警器、状态指示灯) 等组成。

### 2.4.2 连锁报警提示

当  $\text{H}_2\text{S}$  超过预定浓度范围时气体探测器、可燃气体探测器将连锁站场黄色状态指示灯闪烁及区域声报警器报警以提示该区域存在气体泄漏; 当感温探测器/电缆 (HD/HDC)、感烟探测器 (SD)、火焰探测器 (FD) 检测浓度超过预定范围时将连锁站场红色状态指示灯闪烁及相应区域声报警器报警以提示该区域发生火灾; 当现场人员发现火灾情况时, 可通过手动报警按钮 (MAC) 来连锁站场声报警器报警以提示站场人员或周边居民做好安全防范; 当站场发生泄漏、火警、关断时, 系统将连锁站场广播对讲系统语音提示, 告知站场人员当前现场情况。具体连锁报警方式见表 1。

### 2.4.3 紧急关断功能

紧急关断系统为站场人员和设备提供保护功能<sup>[5]</sup>, 实时检测重点工艺参数 (井口、外输压力等) 以及紧急逃生门处关断按钮状态, 自动或手动启动相应的逻辑保护功能和报警, 满足故障安全型系统的要求。高级别的关断逻辑除了启动本级别还能启动低级别的关断逻辑。普光气田紧急关断系统分为四级关断。

表1 连锁报警方式一览表

| 类别       | 位置        | 触发条件  | 触发结果                  |
|----------|-----------|---|-----------------------|
| 声光报警器    | 站控室<br>走廊 | 站控各SD、HDC报警,站控MAC触发                               | 声光提示                  |
| 防爆声报警器   | 现场        | 各区域同类探头(H <sub>2</sub> S/可燃)高报数量≥2<br>现场任一MAC按钮触发 | 本区域声音提示<br>现场所有BL声音提示 |
| 状态指示灯    | 现场        | 气体泄漏、火焰报警、一级关断                                    | 黄灯、红灯、蓝灯              |
| 站场广播对讲系统 | 站控、机柜、现场  | 泄漏(任一探头高报)、火警、关断                                  | 语音提示                  |

a)一级关断(ESD-1):全气田关断。该级关断级别最高。气田内发生重大事故时触发,或者净化厂关断时由其控制系统连锁触发。关闭所有有效设备,即除应急支持系统(延时关断)外,整个气田全部关停,同时启动紧急报警广播系统。

b)二级关断(ESD-2):支线关断。该级关断由支线发生重大事故(如泄漏、火灾等)或由一级关断逻辑触发,关闭支线上的所有设备及站内设备,即除应急支持系统(延时关断)外,整条支线全部关停,并触发支线站点3、4级关断,启动对应广播系统,触发相关联的声光报警。

c)三级关断(ESD-3):集气站内泄漏、火灾或其它事故时触发站级关断。关断站内所有设备,延时关断应急支持系统,启动站内紧急放空系统、对应广播系统,触发相关联的声光报警。

d)四级关断(ESD-4):单元工艺流程和装置关断。该级关断由工艺流程系统局部故障或生产系统超压引起。启动对应广播系统,触发相关联的声光报警,且为保压关断。

一、二级关断由中心控制室的SIS系统控制,三、四级关断由站场本地SIS系统实现,其中ESD-4设置由SIS系统内部自动连锁。

### 3 高酸气田 SIS 系统设计建议

SIS系统作为安全控制、火气监测的核心控制系统,在普光气田应用效果良好。为了保障高含硫气田集输系统的安全平稳运行,根据普光气田管理经验,对SIS系统设计提出以下建议:

a)单站关断中不应设置切断应急电力系统逻辑。如果站场内电力系统停止工作,中控室无法对现场参数进行远程监控。视频、语音系统通信中断,使该站场

成为死区。从普光气田投产两年多的情况看,ESD-3关断大多为意外触发,停电后将大大增加系统恢复难度,给生产的持续运行带来严重影响。

b)非火灾情况下的单站关断连锁项目中不应设置关闭越站紧急切断阀(ESDV)的逻辑,避免单站关断造成上游站场憋压停车的情况发生,避免对支线生产造成影响。

c)增设站场关断软触发方式,可在站场关断界面增加一个软触发按钮,加强紧急情况下远程控制的安全保障,防止现场失控时事故范围进一步扩大,并增加了一条关断触发途径,使关断更加可靠。

d)降低Rslinx软件Gateway驱动负荷承载。由于普光气田控制系统网络采用冗余结构,阀室SIS系统的IP总数使中心数据服务器Rslinx软件配置的驱动数量承载过多,造成Rslinx软件经常出现自动退出的现象,致使阀室火气数据无法得到监控。经过多次探讨,最终选择对生产影响最小的“增加服务器分摊负荷”方式使问题得到圆满解决。根据相关技术要求,建议一对冗余服务器安装的Rslinx软件最多不超过15对Gateway驱动。

### 4 结束语

普光气田作为国内投入开发运行的第一个大型高酸气田,已持续运行两年多,无论是火气状态监测、报警还是关断连锁都能正常响应,保障了设备、人员的安全及生产平稳运行。普光气田的SIS系统从设计、施工、调试到生产运行都达到了预期目的,为普光气田生产系统的安全运行提供了有力保障。

#### 参考文献:

- [1] 兰云霞,符兆荣,赵坤. SCADA系统在大天池天然气采输生产中的应用[J]. 天然气与石油, 2002, 20(4): 48-50.
- [2] 叶贵根,薛世峰. 川气东输沿线某边坡治理方案[J]. 天然气与石油, 2011, 29(1): 63-66.
- [3] 周永红,宋清安,徐斌,等. 川渝地区石油通信建设有关问题的探讨和建议[J]. 天然气与石油, 2011, 29(1): 75-80.
- [4] 柳锡森. 天然气长输管网SCADA系统的应用及其优化[J]. 石油工程建设, 2011, 37(1): 31-33.
- [5] 何生厚,曹耀峰. 普光高酸性气田开发[M]. 北京:中国石化出版社, 2010, 533-540.